

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-281814

(43)Date of publication of application : 07.10.1994

(51)Int.Cl.

G02B 5/30

(21)Application number : 06-013998

(71)Applicant : PHILIPS ELECTRON NV

(22)Date of filing : 11.01.1994

(72)Inventor : BROER DIRK J
LUB JOHAN

(30)Priority

Priority number : 93 93200055
93 93203057

Priority date : 11.01.1993
02.11.1993

Priority country : EP

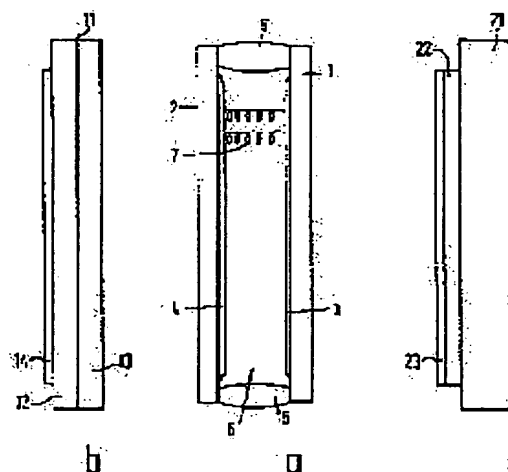
EP

(54) CHOLESTERIC POLARIZER AND ITS PRODUCTION

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a cholesteric polarizer of a wide band and a process for producing such polarizer.

CONSTITUTION: This cholesteric polarizer has optically active layers 6, 14 or 22 consisting of polymer materials having cholesteric regularity. These materials are so oriented that the axis of their molecule spirals 7 extend across the layer 6. The pitch of the molecule spirals 7 in the layer 6 is so changed that the difference between the max. pitch and the min. pitch attains at least 100nm. The optically active layer 6 is preferably disposed between substrates 1 and 2 and the light subjected to circular polarization by the layer is converted to the light subjected to linear polarization.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

13.04.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3224467

[Date of registration]

24.08.2001

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-281814

(43)公開日 平成6年(1994)10月7日

(51)Int.Cl.⁵

G 0 2 B 5/30

識別記号

庁内整理番号

9018-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 発明の数13 F D (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平6-13998

(22)出願日 平成6年(1994)1月11日

(31)優先権主張番号 93200055.7

(32)優先日 1993年1月11日

(33)優先権主張国 オランダ(NL)

(31)優先権主張番号 93203057.0

(32)優先日 1993年11月2日

(33)優先権主張国 オランダ(NL)

(71)出願人 592098322

フィリップス エレクトロニクス ネムロ
ーゼ フェンノートシャップ

PHILIPS ELECTRONICS
NEAMLOZE VENNOOTSH
AP

オランダ国 5621 ベーアー アイन्दー
フェン フルーネヴァウツウェッハ 1

(72)発明者 ディルク ヤン ブロー

オランダ国 5621 ベーアー アイन्दー
フェン フルーネヴァウツウェッハ 1

(74)代理人 弁理士 沢田 雅男

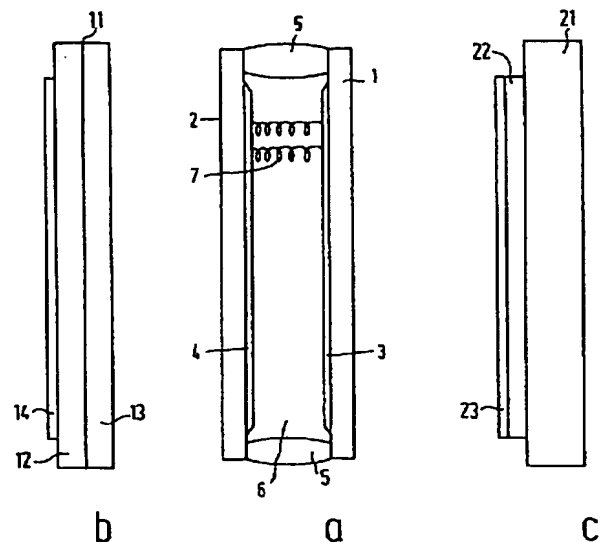
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 コレステリック偏光子及びその製造方法

(57)【要約】

【目的】 広帯域なコレステリック偏光子及びそのような偏光子の製造方法を提供する。

【構成】 このコレステリック偏光子はコレステリック規則性を持つポリマ材料の光学的能動層(6、14又は22)を有し、この材料は分子螺旋(7)の軸が層(6)を横切って延びるように配向される。上記層(6)における分子螺旋(7)のピッチは最大ピッチと最小ピッチとの間の差が少なくとも100nmとなるように変化されている。この光学的能動層(6)は好ましくは基板(1、2)の間に設けられ、これにより円偏光された光を直線偏光された光に変換する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 コレステリック規則性を持つポリマ材料の光学的能動層を有し、該材料は分子螺旋の軸が前記層を横切って延在するように配向されたコレステリック偏光子において、

前記層における前記分子螺旋のピッチが、最大ピッチと最小ピッチとの間の差が少なくとも100nmとなるように変化されていることを特徴とするコレステリック偏光子。

【請求項2】 請求項1に記載のコレステリック偏光子において、前記分子螺旋のピッチは、前記層の一方の面における最小値から該層の他方の面における最大値へと略連続して増加することを特徴とするコレステリック偏光子。

【請求項3】 請求項1又は請求項2に記載のコレステリック偏光子において、前記ポリマ材料が3次元網構造を形成することを特徴とするコレステリック偏光子。

【請求項4】 請求項1、請求項2又は請求項3に記載のコレステリック偏光子において、前記光学的能動層は伸展された合成樹脂膜の基板上に設けられ、該膜の伸展程度及び厚さは、この膜の光学的遅れが当該偏光子の動作中に反射される帯域の波長の約0.25倍となるように選定されていることを特徴とするコレステリック偏光子。

【請求項5】 請求項1、請求項2又は請求項3に記載のコレステリック偏光子において、前記光学的能動層は異なる組成の2枚の伸展された合成樹脂膜の基板上に設けられ、これら両膜の伸展方向が互いに略横切る方向に延び、前記両膜の伸展の程度は、これら膜間の分散の差により、前記基板の正味の遅れが当該偏光子の反射される帯域のかなりの部分にわたって波長の0.25倍に略等しくなるように選定されていることを特徴とするコレステリック偏光子。

【請求項6】 請求項1ないし請求項5の何れか一項に記載のコレステリック偏光子を製造する方法において、異なる反応性を持つカイラル・モノマとネマトジェニック・モノマとの混合物が2つの平行な基板の間に層の形態で設けられ、

次いで、上記層に対して化学作用照射を強度が当該層にわたって変化するような照射プロファイルで付与し、これにより前記混合物をコレステリック規則性を持つポリマ材料の光学的能動層へと重合し、

次いで、必要なら、前記各基板を前記光学的能動層から取り除く、ことを特徴とするコレステリック偏光子を製造する方法。

【請求項7】 請求項1ないし請求項5の何れか一項に記載のコレステリック偏光子を製造する方法において、異なる反応性を持つカイラル・モノマとネマトジェニック・モノマとの混合物が基板上に層の形態で設けられ、次いで、上記層に対して化学作用照射を強度が当該層に

わたって変化するような照射プロファイルで付与し、これにより前記混合物をコレステリック規則性を持つポリマ材料の光学的能動層へと重合し、

次いで、必要なら、前記基板を前記光学的能動層から取り除く、ことを特徴とするコレステリック偏光子を製造する方法。

【請求項8】 請求項6又は請求項7に記載のコレステリック偏光子を製造する方法において、前記カイラル・モノマの反応性基の数が前記ネマトジェニック・モノマのものとは異なっていることを特徴とするコレステリック偏光子を製造する方法。

【請求項9】 請求項6、請求項7又は請求項8に記載のコレステリック偏光子を製造する方法において、前記混合物は前記化学作用照射の波長に略対応する波長の吸収極大を持つような染料を有していることを特徴とするコレステリック偏光子を製造する方法。

【請求項10】 請求項1ないし請求項5の何れか一項に記載のコレステリック偏光子を製造する方法において、コレステリック規則性を持つ重合された液晶材料の光学的能動層の表面に反応性モノマの膜が設けられ、これらモノマが拡散の結果として前記層中に濃度勾配を形成し、その後前記モノマが重合されることを特徴とするコレステリック偏光子を製造する方法。

【請求項11】 請求項10に記載のコレステリック偏光子を製造する方法において、前記膜が前記層中にあって異なる拡散速度を持つようなモノマの混合物を含むことを特徴とするコレステリック偏光子を製造する方法。

【請求項12】 請求項10又は請求項11に記載のコレステリック偏光子を製造する方法において、前記各モノマの少なくとも一部が2以上の重合可能な基を有していることを特徴とするコレステリック偏光子を製造する方法。

【請求項13】 電気光源用のソケットと、反射器と、好ましくは四分の一波長板を備えるコレステリック偏光子とを有する照明装置において、上記偏光子として請求項1ないし請求項5の何れか一項に記載の偏光子を使用することを特徴とする照明装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、コレステリック規則性(cholesteric order)を持つポリマ材料の光学的能動層を有するコレステリック偏光子であって、上記ポリマ材料が分子螺旋の軸が当該層を横切って延在するように配向されているような偏光子に関する。

【0002】また、本発明は上記のような偏光子を製造する方法にも関する。更に、本発明は電気光源用のソケットと、反射器と、好ましくは4分の一波長板が設けられるコレステリック偏光子とを有するような照明装置にも関する。

【0003】

【従来の技術】偏光子は、偏光されていない光を偏光された光に変換するために用いられる。従来は、この目的のためにはいわゆる「板状偏光子」が用いられてきた。このようなシート状偏光子が偏光されていない光に曝されると、これら偏光子は上記光のうちの2つの直交する直線偏光された成分の中の一方を透過し、他方の成分は当該偏光子において吸収される。上記のような偏光子は、最適状態でも最大で入射光の量の50%しか偏光光に変換されないという欠点を有している。このように、この種の偏光子は比較的低効率である。また、他の欠点は透過されない成分の吸収にある。この吸収は偏光子にかなりの発熱をもたらし、これにより偏光子の偏光特性の好ましくない変化が引き起こされ、また入射光が高強度であると偏光子の破壊につながることもさへある。

【0004】コレステリック偏光子を用いることにより、偏光されていない光を非常に効率的に偏光光に変換することが可能である。このような偏光子はコレステリック〔即ち、カイラル・ネマチック (chiral nematic)〕材料の光学的能動層を有している。この種の液晶材料においては、カイラル分子は自然に螺旋状 (スパイラル又はヘリカル状) の構造をなすような構造を有している。このような混合物を2つの平行な基板の間に薄い光学的に能動な層として設けると、上記螺旋構造は当該螺旋軸が該層を横切る方向に延在するように配向される。上記螺旋の配向は、前記基板の互いに対向する面上にいわゆる配向層 (orientation layer) が設けられると、より良好に得られる。この種の偏光子が偏光されていない光のビームにより照射されると、当該光のうちの前記螺旋の方向 (右向き又は左向き) 及びピッチに適合する (compatible) 部分は反射され、一方当該光の残りの部分は透過される。鏡を用いて、上記の反射された光の「適合する」偏光は反転することができ、その後、この適合しないように偏光された上記光を再び偏光子に向けることができる。このようにして、この種の偏光子を用いることにより、理論的には、適合する波長を持つ偏光されていない入射光の100%を円偏光された光に変換することが可能である。

【0005】上記のようなコレステリック偏光子は、SID90ダイジェスト、1990年、第110頁～第113頁に掲載された「コレステリックLCシリコンからなる偏光色フィルタ」なる題名のMaurer他による文献から既知である。この文献においては、光学的能動層がシリコンを基剤とするコレステリック規則性を持つポリマからなるようなコレステリック偏光子が説明されている。この層は、2つのガラス基板の間でカイラル・シリコンモノマとネマトジェニック (nematogenic) ・シリコンモノマとの混合物を配向し、その後これらを紫外線光により光学的に能動な層に重合することにより作成される。このポリマ材料における上記2種のモノマの比が、分子螺旋のピッチ及びこれに関連する反射波長

(反射光の色に等しい) を支配する。この場合、上記ピッチ p 及び波長 λ は $\lambda = 1/2 \cdot (n' + n'') \cdot p$ なる式で与えられ、ここで n' 及び n'' は上記ポリマ材料の異常屈折率及び通常屈折率を各々表す。

【0006】上記既知のコレステリック偏光子の主たる欠点は、偏光された光の帯域幅 $\Delta \lambda$ が可視スペクトルの帯域幅より非常に狭いということにある。この帯域幅は $\Delta \lambda = \lambda \cdot \Delta n / n_a$ なる式で規定され、ここで $\Delta n = n' - n''$ は前記層の複屈折を表し、 $n_a = (n' + n'') / 2$ は平均屈折率を表している。光スペクトルの可視部分における帯域幅はコレステリック材料の複屈折により著しく支配される。ここで、上記の複屈折を増加させる可能性には比較的限度がある。実際には、 Δn は0.3より小さく、従ってこれに対応する帯域幅は100nmより狭いことが分かっている。通常、これら帯域幅は30nm～50nmの範囲の値を有している。このような狭い帯域幅は多くの応用分野において問題となる。現実には、少なくとも100nm、好ましくは150nm又はそれ以上の帯域幅を持つ偏光子が望まれる。特に、工業的な応用分野では可視スペクトルの重要な部分をカバーするような帯域幅が興味の対象となる。

【0007】前述した文献においては、上記欠点は異なる反射波長を持つ多数の光学的能動層からなる偏光子を使用することにより克服されている。このようにして、300nmなる帯域幅を持つ偏光子が得られ、これによりスペクトルの略全可視部分をカバーしている。しかしながら、この解決法には多くの重要な欠点がある。第1に、2以上の光学的能動層からなるコレステリック偏光子の光学品質はコレステリックに特有の誤差により急激に悪化する。上記誤差は、特に、いわゆる「焦点一円錐」不連続性 (disclination)、「Grandjean」不連続性及び平坦な分子規則性による損失である。第2に、上記のような複合偏光子の厚さが問題となる。個々の層の厚さは最小でも6ミクロンなくてはならないから、上記のような複合偏光子は約20ミクロンもの最小厚さを有することになる。このような厚さの光学層では、当該偏光子は視角に過度に依存することになってしまう。

【0008】

【発明の目的及び概要】従って、本発明の目的は上記のような従来の技術の各欠点を克服するような偏光子を提供することにある。特に、本発明の目指すところは、小型で簡単な構造であって且つ簡単な方法で製造することができるような偏光子を提供することにある。また、本発明が目指す偏光子の帯域幅は既知のものの帯域幅より広くなくてはならず、且つ、可視スペクトルのかなりの部分をカバーしていなくてはならない。また、本発明は上記のような偏光子を効率的且つ安価な方法で製造する方法及び上記のような偏光子を有する照明装置を提供することにもある。

【0009】上記目的を達成するため、本発明によるコ

レステリック偏光子は本明細書の冒頭に記載したようなものにおいて、前記光学的能動層中における分子螺旋のピッチが最大ピッチと最小ピッチとの間の差が少なくとも100nmであるように変化されることを特徴としている。

【0010】既知の単一のコレステリック偏光子においては、上記ピッチは光学的能動層にわたって略一定であった。本発明による偏光子においては上記ピッチが変化するので、少なくとも160nmの帯域幅を実現することができる。以下に説明するように、光スペクトルの全可視部分(400~640nm)を略カバーするような250nmを越える帯域幅を持つ偏光子が作成された。この帯域幅は大多数の応用分野において十分なものである。また、本発明による偏光子は単一の光学的能動層のみを有するから、既知の多層偏光子の前述したような欠点は発生しない。

【0011】本発明の好ましい実施例によれば、本発明の偏光子は分子螺旋のピッチが前記層の一方の面における最小値から同層の他方の面における最大値へと略連続して増加することを特徴としている。この特別の構造により、当該層に対して直角に見た場合、コレステリック材料の螺旋構造が徐々に変化するようにすることができる。これにより、光学層中における材料の応力の発生を防止することができ、当該層の強度に好ましく作用する。

【0012】本発明による偏光子の他の好ましい実施例は、前記ポリマ材料が3次元網構造を形成することを特徴としている。このような3次元網構造からなる光学的能動層は例外的に強固である。実際には、このような層は自己支持型の偏光子膜として好適に使用することができる。即ち、上記の光学的能動層には基板を設ける必要がないということである。上記のようなコレステリック偏光子を製造した後、配向及び重合のために必要であった上記基板は取り除くことが可能である。このことは、当該偏光子の小型化に有効である。更に、このような特別な形態の偏光子には、偏光特性の温度依存性が極めて小さいという付加的な利点があることが分かった。

【0013】また、本発明によるコレステリック偏光子の興味ある実施例は、前記光学的能動層が伸展(stretched)された合成樹脂膜の基板上に設けられ、該膜の伸展程度及び厚さは当該膜の光学的遅れ(optical retardation)が当該偏光子の動作中に反射される帯域の波長の約0.25倍となるように選定されていることを特徴としている。

【0014】コレステリック偏光子を通過した光は円偏光される。多くの応用分野では、出力光が円偏光の代わりに直線偏光されるのが望ましい。そのような場合は、上述した実施例による偏光子は伸展された合成樹脂膜の基板上に設けられる。上記基板は面内で1方向に伸展されているので、この方向と同面内における上記伸展方向

に垂直な方向とでは屈折率が異なることになる。この屈折率の差及び上記膜の厚さは、これらの量の積(光学的遅れ)が当該偏光子により反射される帯域の(中心の)波長の0.25倍に略等しくなるように選定することができる。結果として、上記基板は円偏光された光を直線偏光された光に変換する四分の一波長板として作用する。上記のような合成樹脂膜は、例えば、ポリエチレン・テレフタレート、ポリカーボネート、ポリエチレン・ケトン又はポリプロピレンから作成することができる。

【0015】本発明による偏光子が自己支持型の層として構成される場合は、該層は上記のような伸展された合成樹脂膜の基板上に直接設けることができ、この基板は当該偏光子の付加的な支持体として作用することができる。このような偏光子には別の基板を設ける必要がないので、小型の「直線偏光子」を得ることができる。しかしながら、他の例として前記の伸展された合成樹脂膜を当該光学的能動層の製造過程における基板として作用させることもできる。これによれば製造が簡単になる。

【0016】本発明によるコレステリック偏光子の他の興味ある実施例は、前記光学的能動層が異なる組成の2枚の伸展された合成樹脂膜の基板上に設けられ、これら両膜の伸展方向が互いに略横切る方向に延び、両膜の伸展の程度が、これら膜間の分散の差により、上記基板の正味の遅れが当該偏光子の反射された帯域のかなりの部分にわたって波長の0.25倍に略等しくなるように選定されていることを特徴としている。

【0017】上記実施例によれば、反射された帯域幅のかなりの部分に関して、上記光学的遅れが波長の0.25倍に略等しくなるようになる。単一の伸展された合成樹脂膜が使用された場合は、光学的遅れは全帯域幅にわたって同一のままとなる。結果として、円偏光された光の直線偏光された光への変換は全帯域幅にわたって最適ではない。このことは広帯域偏光子にとっては特に不利である。

【0018】本発明は上述したような偏光子の製造方法にも関する。この方法の第1実施例は、異なる反応性を持つカイラル・モノマとネマトジェニック・モノマとの混合物が2つの平行な基板の間に層の形態で設けられ、次いで、上記層に対して化学作用照射を強度が当該層にわたって変化するような照射プロファイルで付与し、これにより前記混合物をコレステリック規則性を持つポリマ材料の光学的能動層へと重合し、次いで、必要なら、前記各基板を前記光学的能動層から取り除く、ことを特徴としている。

【0019】本発明による偏光子の製造方法の第2実施例は、異なる反応性を持つカイラル・モノマとネマトジェニック・モノマとの混合物が基板上に層の形態で設けられ、次いで、上記層に対して化学作用照射を強度が当該層にわたって変化するような照射プロファイルで付与し、これにより前記混合物をコレステリック規則性を持

つポリマ材料の光学的能動層へと重合し、次いで、必要なら、前記基板を前記光学的能動層から取り除く、ことを特徴としている。

【0020】一般に、分子螺旋のピッチは、ポリマ材料中におけるカイラル・モノマとメソジェニック・モノマ(mesogenic monomer)との間の比により重要な程度にまで支配される。両モノマの反応性の差により、最も反応性の高いモノマの捕捉確率は最も反応性の低いモノマのものより非常に高い。化学作用照射により開始される前記混合物の重合中に、形成されるべき光学的能動層にわたって照射強度の変化が実現されると、最も反応性の高いモノマがポリマ中の最も高い照射強度の位置に優先的に組み込まれる。結果として、自由モノマの1以上の濃度勾配が上記重合工程中に形成される。このことが、低モノマ濃度の位置から高モノマ濃度の位置へのモノマ拡散を発生させる。高反応性のモノマは照射強度が最も高い位置へ拡散する。しかしながら、低反応性のモノマは照射強度が最も低い位置へ拡散する。このことが、形成されたポリマ材料中の重合工程において照射強度が最も高かった領域における反応性モノマの増加をもたらす。結果として、上記ポリマ材料の組成は当該ポリマ層を横切る方向で変化する。このことが、上記層中におけるポリマにより形成された分子螺旋のピッチの変化を発生させる。このピッチの変化が当該光学的能動層に広い帯域幅を与え、この帯域幅の値はピッチの変化の値に比例する。

【0021】前記第1実施例の方法では、前記混合物はピペットと真空技術とにより両基板の間に設けられる。第2実施例の方法では、前記混合物はいわゆるドクターブレード(doctor's blade)又はスクリーン印刷により基板上に設けられる。明らかに、この第2実施例の方法の方が大量生産に好適である。即ち、この第2実施例の方法では狭い空間に充填するという時間の掛かる作業は省略することができる。

【0022】理論的には、分子螺旋のピッチの変化はコレステリック・ポリマのピッチの温度依存性に基づいて実現することができることに注意すべきである。この場合は、温度勾配を前記モノマ混合物の光学的能動層にわたって付与しなければならず、その後重合が実施されねばならない。典型的には数 μm から数十 μm である前記光学的能動層の薄い厚さのため、上記のやり方は上記のような温度勾配の要求される傾きのため極めて困難である。

【0023】また、本発明による上記各方法においては、光学的能動層に対向する面上に配向層が設けられる基板を使用することが絶対に必要であるということではないことに注意すべきである。特に、(非常に)薄い光学的能動層の製造に際してはネマトジェニック基の自発的な配向が起きる。しかしながら、重合中に配向層を設けることにより光学的能動層の配向が改善されるの

で、これにより当該偏光子の光学特性が大幅に改善される。

【0024】前記反応性モノマとしては、例えば米国特許第5,188,760号等に記載されているように、アクリル(acrylates)、エポキシ化合物、ビニルエーテル及びチオール系(thiolene systems)を基剤とする反応性基を含む化合物を用いることができる。異なる反応性基を含むモノマは、通常、反応性が異なる。上記反応性は、温度、使用される化学作用照射の波長等の重合動作が行われる反応条件によっても支配される。

【0025】上述したような各製造方法の興味ある変形例は、前記カイラル・モノマの反応性基の数がネマトジェニック・モノマのものとは異なっていることを特徴としている。上記のようなモノマの混合物が光重合されると、2つのタイプのモノマの中の少なくとも一方が2以上の反応性基を持つので、3次元網構造が形成される。前述したように、上記のようなポリマ網は前記光学層に大きな強度を与えるので、もし望むならば光重合工程の後に配向層等を含む使用後の基板を当該光学層から取り除くことができ、これにより自己支持型の広帯域偏光子フィルタを得ることができる。なお、一方の型のモノマが1個の反応性基を有し、他方の型のモノマが2つの反応性基を有するようなモノマの混合物が好ましい。

【0026】上記のような単一の同一型の反応性基を有するモノマの混合物を使用すると、付加的な利点が得られる。小さな捕捉確率の結果、1個の反応性基を持つモノマは2つの反応性基を持つモノマよりも反応性が低い。このおかげで、1個の同一型の反応性基が使用されるという事実にも拘らず、光重合工程において濃度勾配を実現することができる。混合物中に前記の2つの型の反応性モノマを使用すると、これらのモノマの混合が改善されるという利点が得られる。一方のモノマが1個のアクリル基を有し、他方のモノマが2つのアクリル基を持つようなモノマ混合物によれば、非常に良好な結果が得られる。

【0027】光重合は化学作用照射により実施される。このことは、好ましくは紫外線光等の光線、X線若しくはガンマ線を用いた照射、又は電子若しくはイオン等の高エネルギー粒子を用いた照射を意味するものと理解されたい。重合は幾つかの方法で実施することができる。例えば、コヒーレントな照射源(レーザ)を用いることにより、分子螺旋のピッチの周期的な変化を得ることができる。建設的及び破壊的干渉が当該光学的能動層において干渉パターンを形成するために使用されるので、重合動作の間に当該層を介して光強度の周期的変化が発生する。

【0028】より簡単な重合方法は、使用されるモノマ及びフォトリソグラフィーの吸収の和の最大値が位置する範囲内にあるように選択された波長の非コヒーレントな照射源を使用することにより得られる。この場合、付加

的な手段を講じなくても、前記光学的能動層にわたって比較的大きな光強度の勾配が得られる。

【0029】本発明による非常に便利な方法は、前記混合物が、更に、使用される化学作用照射の波長に略対応するような波長の吸収極大を持つ染料を有することを特徴としている。この方法の重要な利点は、前記層の厚さ、フォトイニシエーション系、重合波長及び重合速度に関して大きな自由度が得られる点にある。染料の量は所与の範囲内において重合されるべき混合物の他の成分とは無関係に自由に選択することができるから、前記光学的能動層にわたる（線形な）照射強度勾配を当該染料の濃度を介して非常に正確に調整することができる。好ましくは、当該偏光子が動作しなければならない波長範囲の外側に吸収極大が位置するような染料が使用される。このようにして、完成された偏光子の使用時における望ましくない吸収を防止することができる。

【0030】本発明による偏光子の製造方法の興味ある第3実施例は、コレステリック規則性を持つ重合された液晶材料の光学的能動層の表面に反応性モノマの膜が設けられ、これらモノマが拡散の結果として前記層中に濃度勾配を形成し、その後前記モノマが重合されることを特徴としている。

【0031】上記方法は、米国特許第5,132,147号及び第4,410,570号等に記載されているコレステリック規則性の重合された液晶材料の既知の光学的能動層に基づいている。これらの既知の光学的能動層では、当該層を横切る方向の分子螺旋のピッチが略一定である。この光学的能動層へのモノマの拡散は該層を僅かに膨張させる。この膨張が上記分子螺旋のピッチを増加させる。そして、この増加が反射波長値を増大させる。結果として、当該光学的能動層の厚さにわたるモノマの濃度勾配の存在が分子螺旋のピッチの変化となる。その結果、広帯域のコレステリック偏光子が得られる。

【0032】モノマの重合により、光学的能動層への拡散が停止する。それ以上の拡散を行うと最終的に狭帯域の偏光子となり、その反射波長は初期の光学的能動層のものを超えてしまう。反応性モノマとしては、ネマトジェニック基を有する分子が利用される。しかしながら、このことは必ずしも必要ではない。拡散は分子螺旋のピッチを増大させるので、初期の光学的能動層は望ましい最小の波長に対応する反射を有していなければならない。結果として、スペクトルの全可視範囲内で動作しなければならない広帯域偏光子の製造に関しては、可視スペクトルの青領域に反射帯域を持つようなコレステリック層を使用すべきである。

【0033】本発明による製造方法の上記第3実施例の変形例は、前記膜が層中において異なる拡散速度を持つようなモノマの混合物を有していることを特徴としている。ここで、単一の型のモノマを使用することが常に満足のゆく結果をもたらすとは限らないことが分かった。

これは鋭い反射ピークが形成されるせいである可能性がある。異なる拡散速度を持つ2以上のモノマを使用すると、反射ピークが重なるようになる。この結果、当該偏光子は広帯域動作をするようになる。

【0034】本発明による製造方法の前記第3実施例の他の変形例は、各モノマの少なくとも一部が2以上の重合可能な基を有していることを特徴としている。この方法によれば、かなりの強度の広帯域の光学的能動層が得られる。この場合、モノマの重合は3次元網構造となる。これにより、重合の後のこれらモノマのさらなる拡散の可能性は一層低減される。

【0035】また、本発明は電気光源用のソケットと、反射器と、好ましくは四分の一波長板が設けられるコレステリック偏光子とを有するような照明装置にも関する。この装置は、前述した本発明によるコレステリック偏光子が使用されることを特徴としている。上記のような照明装置によれば、偏光された光を高効率で発生することができる。もし当該偏光子が四分の一波長板を有している場合は、発生された光は直線偏光される。直線偏光された光を発生する照明装置は屋内応用分野（例えば、オフィス又は店内照明等）及び屋外応用分野（例えば、車両又は道路照明等）に特に好適である。また、本発明による照明装置は液晶表示器等にも使用することができる。直線偏光された光においては、円偏光された光の場合よりも反射及び散乱の発生程度が低い。四分の一波長板がない場合は、本発明による装置は円偏光された光を発生する。

【0036】本発明による照明装置においては、前記電気光源として放電ランプを使用することができ、この放電ランプにおいては動作中に放電アークが放電管中の例えば2つの電極間に発生される。この種の光源の例としては高圧ナトリウム、水銀又はメタルハライドランプ等の高圧放電ランプがある。また、蛍光ランプ又は低圧ナトリウムランプ等の低圧放電ランプも好適に使用することができる。他の例として、本発明による照明装置においては前記光源として気密ランプ容器内に設けた白熱体を使用することもできる。この場合、上記ランプ容器は真空にされるか、又は充填ガスを含んでもよい。この充填ガスとしては不活性ガスか又はハロゲンガスをベースにするものでもよい。ハロゲンランプは最後に述べた形式の光源のよい例である。ここで、上記光源は当該照明装置内に、例えばネジ又はバイヨネット式固定法により着脱可能に設けるとよい。しかしながら、他の例として、光源と同光源用のソケットとを外れないように相互接続してもよい。

【0037】前記反射器は、本発明による照明装置の動作中に前記光源から発生される光を前記偏光子の方向に反射するように作用する。反射器の上記光源に対向する側の表面は、前記光源の光に対して高い反射係数を持つような材料からなる。なかでも可視光の応用分野では、

好ましくは金、銀又はアルミニウムのような良好な反射性を持つ金属又は合金等を好適に使用することができるが、後者のアルミニウムの方が安価である。この反射器は自己支持型であってもよいが、一般にハウジングに蒸着された金属層からなる。

【0038】本発明による照明装置のコレステリック偏光子は、好ましくは、円偏光された光を直線偏光された光に変換するために四分の一波長板を有するとよい。この四分の一波長板は別体の光学素子として前記コレステリック偏光子に接続することができる。好ましくは、上記偏光子と四分の一波長板とは一体にされ、これにより独立した光学素子を形成する。後者の場合は、前記四分の一波長板は、偏光子の製造の際に光学的能動層の基板として使用された伸展された合成樹脂膜からなるようにするとよい。

【0039】以下、本発明の実施例を図面を参照して詳細に説明する。

【0040】

【実施例】図1のaは本発明による偏光子の第1実施例を示している。この偏光子は2個の平らな透明なガラス基板1及び2を有し、これら基板は互いに平行に延在すると共に互いに幾らかの距離を隔てて位置されている。これら基板の対向する面には、例えば擦られたポリイミド樹脂又はスパッタされたSiO_x等の配向層3及び4が各々設けられ、これら基板の縁部にはスペーサ5が設けられている。

【0041】上記両基板の間には光学的に能動な層6が設けられる。この層6はコレステリック規則性を持つポリマ材料からなっている。このコレステリック材料の分子螺旋の軸は当該層を横切る方向に延在している。また、上記分子螺旋のピッチは当該層中で変化し、該層の一方の面から他方の面にかけて連続的に増加する。本例においては、このことが2つの螺旋状構造7として概念的に示されている。また、上記光学能動層6の厚さは、典型的には3~40μmの範囲であり、好ましくは5~25μmの範囲である。

【0042】本発明によるコレステリック偏光子の上記実施例は、以下のようにして作成された。まず、反応性モノマの混合物が準備された。この混合物は、60重量%のカイラル成分Aと40重量%のネマトジェニック成分Bとを有している。成分Aは分子当たり2つの反応性アクリル基を有し、成分Bは分子当たり1個の反応性アクリル基を有する。上記成分A及びBの正確な構造式は図2に示されている。分子当たりの反応性基の数が異なる故に、両モノマは異なる反応性を有している。次いで、0.5重量%のフォトイニシエータIgacure-651

(チバガイギー製)と、50ppmのpメトキシフェノール(p-methoxyphenol:安定化剤)と、ある量の染料とが上記混合物に加えられた。この染料の化学構造は図3に示す如くである。この染料は334nm付近で吸収極大を呈し、31524l/mol・cmなる吸光係数を有する。

【0043】このようにして作成された混合物は、次いで、2つの透明な基板の間に配された。この場合、上記各基板は擦られたポリイミド樹脂の層を有している。これらの層は、コレステリック混合物中に自然に形成される分子螺旋を配向するために用いられる。不連続性の形成を阻止するために、両基板は平面性が得られるまで短い距離にわたってせん断された。次いで、上記反応性混合物は室温において8分間紫外線光により光重合された。前記2つの反応性モノマの中の一つは分子当たり2つの反応性基を有しているため、重合の間に3次元的重合網が形成される。このようにして形成された光学層の強度により、当該光学層は前記両基板から取り外すことができ、自己支持型のコレステリック偏光子として使用することができた。

【0044】上述したような偏光子が多数作成され、加えられる染料の量、並びに紫外線光の波長(λ)及び入射エネルギー(I₀)が変化された。次いで、この偏光子の帯域幅が測定された。表1は加えられた染料の量に対応させて帯域幅を示している。

【0045】

【表1】

染料濃度 (wt%)	帯域幅 (nm)		
	$I_0 = 0.62 \text{ mW/cm}^2$	$I_0 = 0.058 \text{ mW/cm}^2$	$I_0 = 0.15 \text{ mW/cm}^2$
0	41	41	45
0.33	55	133	126
0.66	70	255	233
1.0	114	261	319
2.0	258	380	> 400
4.0	316	> 400	
6.0	362		

【0046】染料が無い場合は、帯域幅は50nmより狭い。染料が使用された場合は、帯域幅は急激に増加し、400nmを越える値にも達する。帯域幅の中心は常に約555nm付近にある。この帯域幅及びそのスペクトル中の位置によれば、スペクトルの略全可視部分がカバーされる。結果として、上記のようなコレステリック偏光子は全可視光スペクトル用の広帯域偏光子として好適に使用することができる。

【0047】図4は、前記ピッチが一定の場合(a)と

本発明による場合(b)とにおける偏光子の反射スペクトルを示している。これら偏光子には円偏光された光が供給された。スペクトル(a)は染料が無い場合に得られた。従って、このスペクトルの帯域幅は約45nmに過ぎなかった。一方、スペクトル(b)は重合工程の間に染料を使用することにより得られた。このフィルタ(偏光子)の帯域幅は約230nmである。

【0048】

【表2】

染料重量%	帯域幅 (nm)
0.00	37
0.13	68
0.17	82
0.26	108
0.41	168
0.58	308
0.71	326

【0049】表2は本発明による他の多数のコレステリック偏光子の帯域幅を示している。これらの偏光子の作成においては、前述した染料の代わりに、アゾ染料SI-486(三井東圧製)が各濃度で加えられた。上記染料は400nm付近に吸収極大を持つ。この場合、反応性混合物は5mW/cm²なる入射エネルギーを持つ紫外線源(365nm)で8分間重合された。表2は帯域幅が染

料の量と共に増加することも示している。

【0050】図5は、ピッチの変化を18μm厚の偏光子の一方の面から他方の面への距離の関数として示している。この図は当該偏光子の断面の破面において撮られた走査電子顕微鏡(SEM)写真を用いて得られた。この偏光子は前記アゾ染料を0.72重量%含んでいた。この偏光子の反射帯域は約350~800nmであっ

た。当該偏光子を使用することができる範囲における染料の吸収帯域により、この偏光子は400nm付近で望ましくない吸収を示した。

【0051】図1のbは本発明による偏光子の第2実施例を示している。この偏光子は光学的能動層14を持つ基板11を有している。この基板11はポリプロピレン製の伸展された第1の合成樹脂膜12と、ポリカーボネイト製の伸展された第2の合成樹脂膜13とを有している。上記両膜の伸展方向は互いに略横切る方向に延びている。これら両膜の伸展の程度は、ポリプロピレン膜の光学的遅れ(optical retardation)が590nmなる波長において518nmであり、ポリカーボネイト膜の光学的遅れがこれらの条件下で370nmとなるように、選定された。上記条件の選択により、両膜の間の分散の差が、これらの交差された膜の光学的遅れを400~700nmなる全波長範囲にわたって波長の0.25倍に等しくなるようにさせる。

【0052】上記第2実施例のコレステリック偏光子は以下のようにして作成された。まず、上述したような複合基板に、ドクターブレードを用いて、反応性モノマの混合物からなる薄い層(層厚20μm)が設けられた。多くの実験によれば、上記層はスクリーン印刷によっても設けることができることが分かった。前記混合物はカイラル・モノマ及びネマトジェニック・モノマを含有していた。これらの2つのモノマは異なる反応性を有している。このモノマ混合物の組成は以下のものであった。即ち、58.8重量%の成分A、39.2重量%の成分B、1重量%の図3による染料、1重量%のIlgacure 651(チバガイギー製)及び100ppmのpメトキシフェノールである。上記層が設けられた後、該層は当該層を100°Cで且つ0.06~0.6mW/cm²の範囲の照射強度で約60分間紫外線源(365nm)で露光することにより重合された。重合化処理の後では、この光学的能動層の厚さは約18μmであった。

【0053】図6は、透過率Tを第2実施例によるコレステリック偏光子の波長の関数としてプロットしたスペクトルを示している。この図において、曲線aはp偏光された光の透過を示し、一方曲線bはs偏光された光の透過を示している。このフィルタの帯域幅は約220μmであった。ここで、円偏光された光から直線偏光された光への変換が全帯域幅にわたって最適であることが分かった。

【0054】図1のcは本発明による偏光子の第3実施例を示している。この偏光子は伸展された合成樹脂膜の基板21を有している。この場合は、ポリカーボネイトが使用された。この膜の伸展程度は、室温における複屈折が0.0029となるように選定された。上記基板の厚さは50μmであった。この基板によれば、円偏光された光の直線偏光された光への最適変換が約580nmの波長において得られた。この波長は当該広帯域偏光子の反射帯域の中心に位置する。

子の反射帯域の中心に位置する。

【0055】コレステリック規則性を持つ液晶材料の光学的能動層22は上記基板21上に設けられる。この層22の厚さは20μmであった。この層22にはポリマ材料の上部層23が設けられる。約2μmの厚さを持つ上記層23は光学的能動層22の保護層として作用する。

【0056】本発明による広帯域偏光子の上記第3実施例は以下のようにして作成された。重合されたコレステリック規則性の液晶材料の光学的能動層が前記基板上に設けられた。上記のような層を設ける技術は米国特許第5,132,147号等に記載されている。このような層においては、コレステリック材料の分子螺旋は当該層を横切る方向に延在する。この螺旋のピッチは略一定である。

【0057】反応性モノマの混合物の薄い層が前記光学的能動層上に設けられた。本例においては、3つの異なるモノマの混合物が1:1:1なる体積比で使用された。これらのモノマとしては、ブタンジオール・ジアクリレート(butanediol diacrylate)、オクタンジオール・アクリレート(octanediol acrylate)及びエトキシシレート・ビスフェノールA・ジアクリレート(ethoxylated disphenol-A diacrylate)が使用された。上記混合物には4重量%の量のフォトイニシエータが加えられた。上記の各モノマは異なる速度で光学的能動層に拡散する。この結果、この光学的能動層内にモノマの濃度勾配が形成される。これが前記ピッチを増加させ、この増加は当該光学的能動層のその位置におけるモノマ濃度に比例する。60°Cにおける10分間の拡散時間の後、365nmの波長の紫外線光で露光することにより前記反応性モノマを重合して網構造を形成した。上記露光は60°C及び0.5mW/cm²なる照射強度において5分間なされた。この結果、前記モノマの完全な固定化及び濃度勾配の安定化が得られた。上記重合動作においては、前記モノマ混合物は完全には光学的能動層中には拡散しないから、この光学的能動層上には重合された上部層(厚さ2μm)も形成された。

【0058】図7は上記コレステリック偏光子のスペクトルを示し、ここで透過率Tは波長の関数としてプロットされている。入射光は円偏光された。図において、スペクトルaは、モノマを拡散する前の光学的能動層の透過特性を示している。また、スペクトルbは、モノマの拡散及び重合後の完成された偏光子の特性を示している。他の測定結果は、円偏光された光の直線偏光された光への変換が本発明による偏光子の全帯域幅にわたって最適ではないことを示した。特に、当該帯域の両縁部では上記変換が満足のゆくものではなかった。より良好な変換は2つの伸展された合成樹脂膜を有する複合基板を用いることにより得ることができ、この場合両膜の伸展の方向は互いに略横切る方向に延在する。

【0059】図8は、本発明による照明装置の第1実施

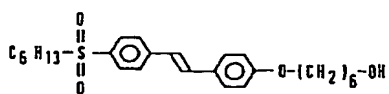
例の概念的断面図である。この照明装置は例えば合成樹脂製の箱型のハウジング31を有し、このハウジングの一つの内側表面には真空蒸着アルミニウムの反射器32が設けられている。このハウジング31内には3つの蛍光ランプ33が電気光源として収容されている。これらランプはねじ込み接続により対応するソケット（図示略）に着脱自在に設けられている。尚、別体の蛍光ランプの代わりに曲折型蛍光筒状ランプを使用することも可能である。また、この照明装置は四分の1波長板35を持つ偏光子34も有している。この偏光子は、前述したような広帯域偏光子として構成されている。

【0060】図8に示す照明装置が動作されると、前記3つの蛍光ランプは偏光されていない光を発生する。この光の一部は偏光子34上に直接入射し、この偏光子はその直交する直線偏光された各成分の一方を通過させるが、他方の「適合する」成分は反射される。この反射された成分は反射器32上で「適合しない」成分に（部分的に）変換されて偏光子の方向に反射され、該偏光子はこの「適合しない」成分を通過させて該成分を四分の一波長板35により直線偏光された光に変換する。このようにして、元の偏光されていない光は高効率（約80%）で直線偏光された光に変換される。

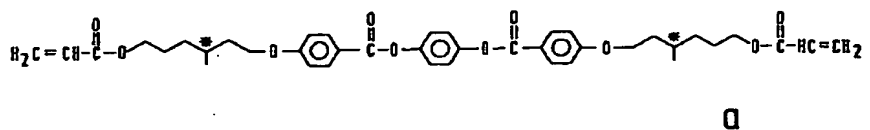
【0061】図9は本発明による照明装置の他の実施例の概念的断面図である。この装置はアルミ製の放物状の自己支持型反射器41を有している。この反射器は電気光源用のソケット42を有しているが、本例ではこの光源は着脱可能なハロゲンランプ43からなっている。本装置は、更に、四分の一波長板45を持つ反射型偏光子44を有している。本発明による当該装置は上述した実施例と本質的に同様に動作する。この図9に示す実施例は自動車の照明用又はスタジオ照明用に用いて特に好適である。

【図面の簡単な説明】

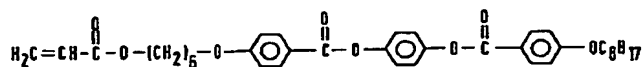
【図3】



【図2】



a



b

【図1】 図1は本発明によるコレステリック偏光子の実施例を示し、aは第1実施例の断面図、bは第2実施例の断面図、cは第3実施例の断面図、

【図2】 図2のa及びbは本発明によるコレステリック偏光子の製造に使用することができる2つのモノマの化学構造式、

【図3】 図3は本発明によるコレステリック偏光子の製造に使用することができる染料の化学構造式、

【図4】 図4はコレステリック偏光子の反射スペクトルを示すグラフで、aは分子螺旋のピッチが一定の場合、bは分子螺旋のピッチが本発明により変化する場合、

【図5】 図5は本発明による図1のaのコレステリック偏光子における光学的能動層中のピッチの変化を示すグラフ、

【図6】 図6は本発明による図1のbのコレステリック偏光子の透過スペクトルを示すグラフ、

【図7】 図7は本発明による図1のcのコレステリック偏光子の透過スペクトルを示し、aは拡散前の場合、bは拡散後の場合、

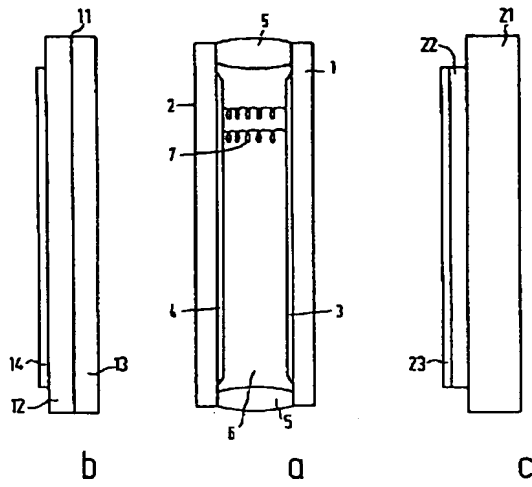
【図8】 図8は本発明による照明装置の第1実施例の断面図、

【図9】 図9は本発明による照明装置の第2実施例の断面図である。

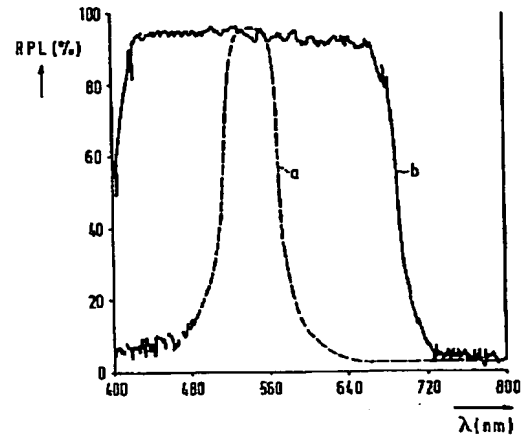
【符号の説明】

- 1、2、11、21…基板、
- 6、14、22…光学的能動層、
- 7…分子螺旋、
- 32、41…反射器、
- 33、43…電気光源、
- 34、44…コレステリック偏光子、
- 35、45…四分の一波長板。

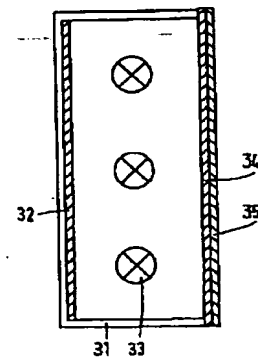
【図1】



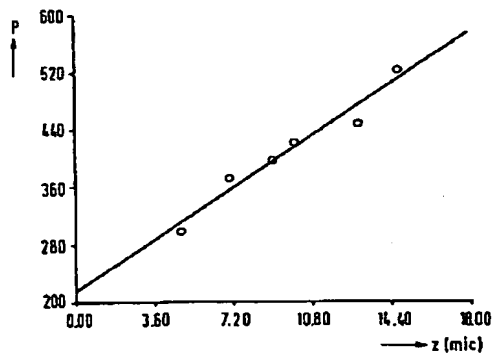
【図4】



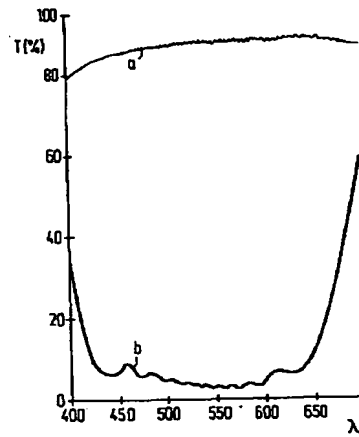
【図8】



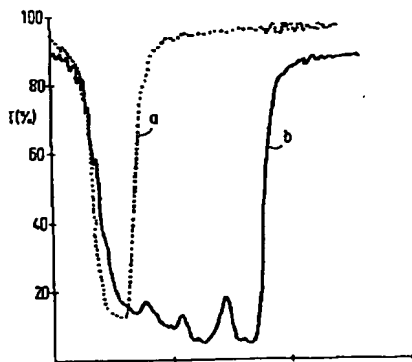
【図5】



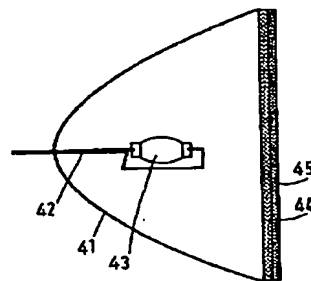
【図6】



【図7】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 ヨハン ルブ
オランダ国 5621 ベーアー アインドー
フェン フルーネヴァウツウェッハ 1